

WATER HAMMER ALIRAN DUA FASE

Hermawan¹

ABSTRACT

When the flow of water inside the pipe suddenly stopped by closing the valve it will cause water hammer phenomenon. In this research two phase flow water hammer has been studied, using air injection into the water flow. The water discharge was set on 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 10 GPM, while the air discharge were 0, 0,2, 0,3, and 0,4 CFM. Both debits were measured using special rotameter for water and for air. On every discharge combination, the flow suddenly stop by closing the solenoid valve. Pressure was measured by installing two strain gages, and using a strain indicator. The surge pressure signal was also sent to a computer monitor through PC Scope programme. From the test data that converted into charts, it concluded that the higher the water flow the higher the pressure, and the point closer to the solenoid valve the higher the pressure, while the bigger the void fraction, the lower the pressure.

1. PENGANTAR

Air merupakan salah satu unsur utama yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Selain sebagai kebutuhan untuk hidup, air juga dapat dijadikan sebagai sumber energi yang disediakan oleh alam.

Untuk menyalurkan air dari sumber ke tempat yang membutuhkan dapat menggunakan sistem perpipaan. Semakin besar jumlah air yang harus dialirkan, diperlukan pipa dengan ukuran yang semakin besar pula. Apabila ukuran pipa sudah tertentu, maka peningkatan jumlah air yang mengalir akan menyebabkan kenaikan kecepatan aliran air di dalam pipa tersebut. Sehingga energi kinetis yang dimiliki air yang sedang mengalir di dalam pipa tersebut juga akan meningkat dengan tajam.

Sewaktu air yang mengalir dengan energi kinetis yang tinggi tiba-tiba harus dihentikan, maka akan timbul kenaikan tekanan yang tinggi, peristiwa ini yang sering disebut dengan peristiwa water hammer. Peristiwa *water hammer* dapat menimbulkan kerusakan baik pada pipa maupun pada katup dan peralatan lain yang terpasang pada sistem perpipaan.

Di dalam penelitian akan dipelajari pengaruh adanya tambahan udara pada aliran air sewaktu terjadi peristiwa water hammer.

Pada saat air mengalir di dalam sistem perpipaan tiba-tiba dihentikan dengan cara menutup katup secara cepat, maka akan terjadi kenaikan tekanan sebesar (Khurmi, 1976):

$$p = (\gamma \cdot l \cdot v) / g \cdot t$$

(1)

dengan :

p = kenaikan tekanan

γ = berat jenis air

l = panjang pipa

v = kecepatan aliran air di dalam pipa

g = percepatan gravitasi

t = waktu penutupan katup

$$\text{Energi kinetik air} = (\gamma a v^2) / 2g \quad (2)$$

$$\text{Strain energy tersimpan dalam air} = 0,5 (p^2 / K) a l \quad (3)$$

$$\text{Sehingga : } p = (K \gamma / g)^{0,5} \quad (4)$$

dengan : K = bulk modulus dari air

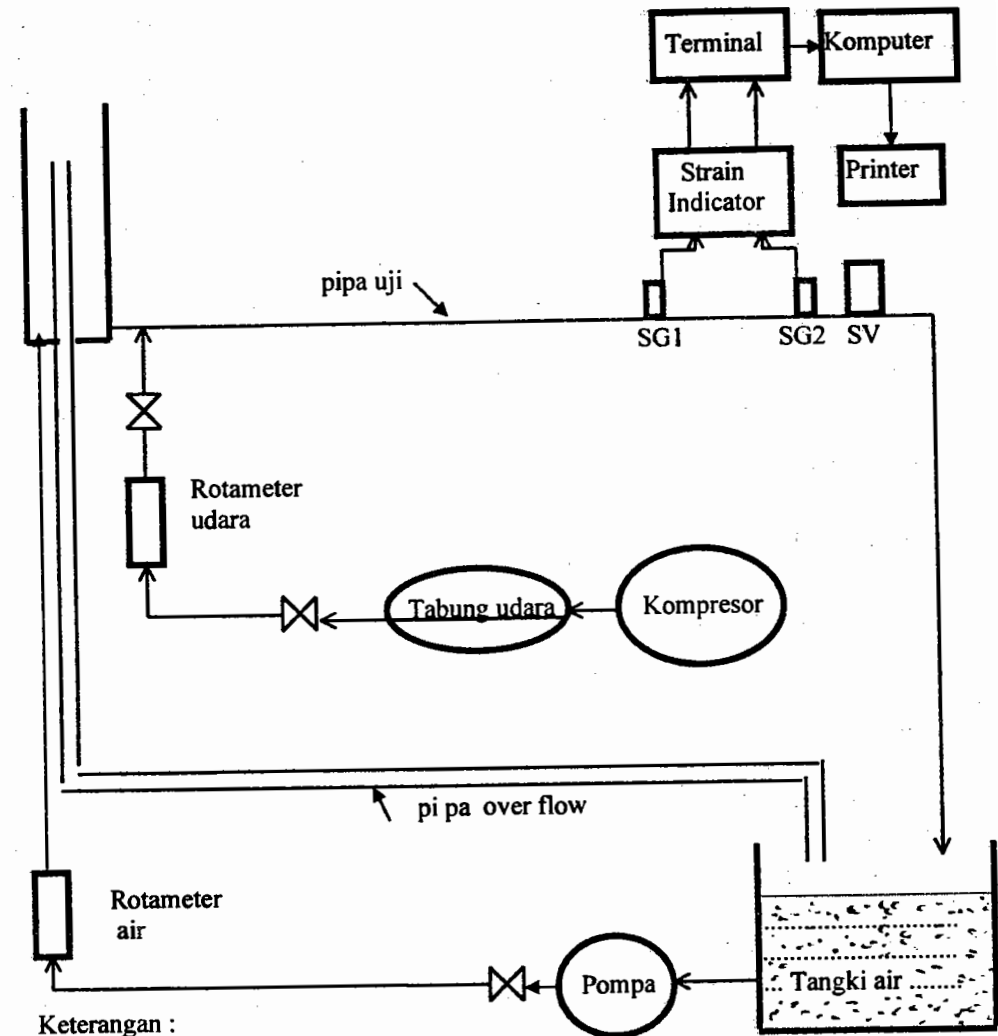
Ungkapan fraksi volume kosong (α = void fraction) tergantung dari model aliran 2 fase yang dipakai, misalnya model aliran homogen atau terpisah. Model aliran homogen sering dipakai karena cukup sederhana. Untuk model ini α dapat dicari dari χ (gas fraction) dengan hubungan sebagai berikut :

$$(1 - \alpha) / \alpha = (1 - \chi) / \chi \rho_G / \rho_L \quad (5)$$

dengan : $\chi = m_G / (m_L + m_G)$

2. CARA PENELITIAN

Untuk keperluan penelitian ini dipersiapkan sistem perpipaan yang akan di aliri air dan udara dengan debit yang dapat divariasi, serta sebuah katup solenoid untuk dapat menghentikan aliran dengan cepat. Penelitian dimulai dengan debit air 2 GPM, dan penambahan udara bervariasi dari 0, 0,2, 0,3, dan 0,4 CFM. Kemudian debit air ditambah menjadi 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 GPM dengan variasi penambahan udara yang sama. Untuk mengetahui kenaikan tekanan yang terjadi dipasang dua buah strain gage pada pipa uji dan pembacaannya menggunakan strain indicator. Titik 1 berjarak 70 cm dari solenoid valve, sedangkan titik 2 berjarak 10 cm dari solenoid valve. Hasil pengamatan yang diperoleh kemudian dibandingkan untuk kombinasi beberapa macam debit air dan udara.



Keterangan :

SG1 = Strain gage pada titik 1

SG 2 = Strain gage pada titik 2

SV = Solenoid valve

Gambar 1. Skema alat uji

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran dan perhitungan disajikan pada grafik hubungan antara debit air dengan kenaikan tekanan pada gambar 2 dan 3, grafik hubungan antara gas fraction dengan kenaikan tekanan disajikan pada gambar 4, grafik hubungan antara void fraction dengan kenaikan tekanan disajikan pada gambar 5.

Dari gambar 2 dan 3 terlihat bahwa, semakin besar debit air maka kenaikan tekanan yang terjadi akan semakin besar, sedangkan semakin besar debit udara akan semakin kecil kenaikan tekanan yang terjadi. Bahkan pada saat debit udara dibuat lebih besar dari 0,4 CFM hampir tidak terjadi kenaikan, sehingga penelitian hanya dilakukan sampai dengan debit udara 0,4 CFM.

Dari gambar 4 terlihat bahwa semakin besar nilai *gas fraction*, maka kenaikan tekanan yang terjadi akan semakin kecil, juga terlihat bahwa titik 2 yang lebih dekat dengan *solenoid valve* mengalami kenaikan tekanan yang lebih besar.

Dari gambar 5 terlihat bahwa semakin besar nilai *void fraction*, maka kenaikan tekanan yang terjadi akan semakin kecil.

Penurunan kenaikan tekanan akibat kenaikan jumlah udara yang ditambahkan, disebabkan udara mempunyai sifat mampu mampat (*compressible fluid*), sehingga kenaikan tekanan yang terjadi digunakan untuk memampatkan udara yang berada dalam campuran aliran dua fase tersebut saat terjadi peristiwa *water hammer*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, perhitungan, dan tampilan gambar grafik, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

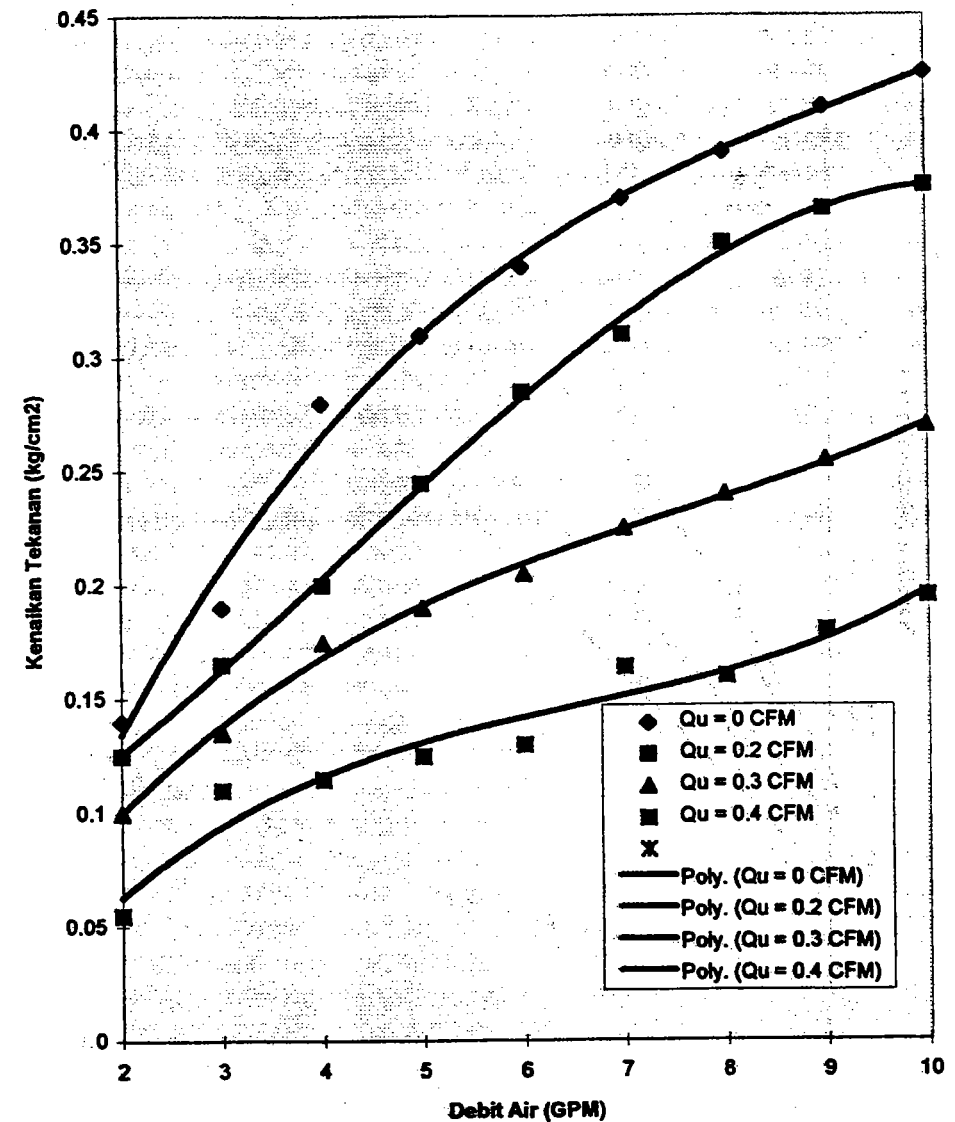
1. Semakin besar debit air, semakin besar kenaikan tekanan yang terjadi.
2. Titik yang semakin dekat dengan katup solenoid mengalami kenaikan tekanan yang lebih besar.
3. Semakin besar nilai *gas fraction* dari campuran, maka semakin kecil kenaikan tekanan yang terjadi.
4. Semakin besar nilai *void fraction* dari campuran, maka semakin kecil kenaikan tekanan yang terjadi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

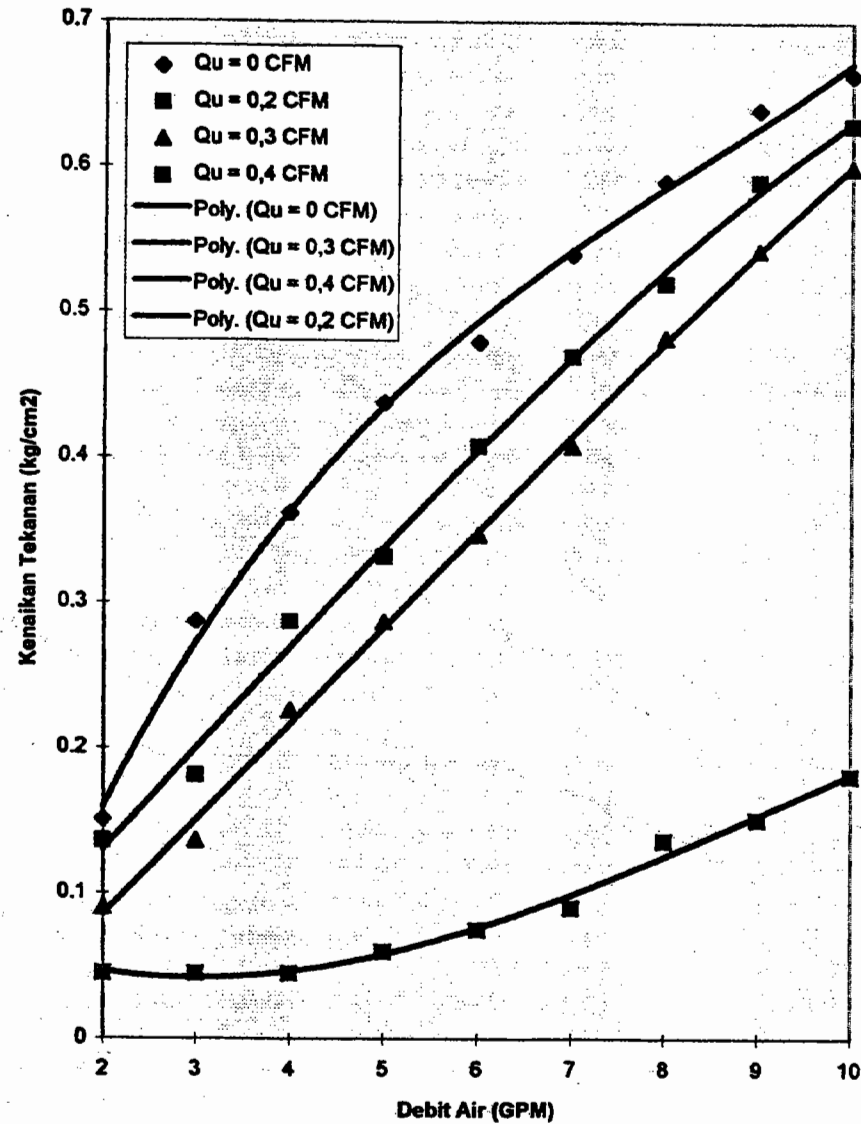
Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Fakultas Teknik UGM dan Ketua Lembaga Penelitian UGM atas biaya yang diberikan melalui DPP-UGM tahun anggaran 1997/1998.

6. DAFTAR PUSTAKA

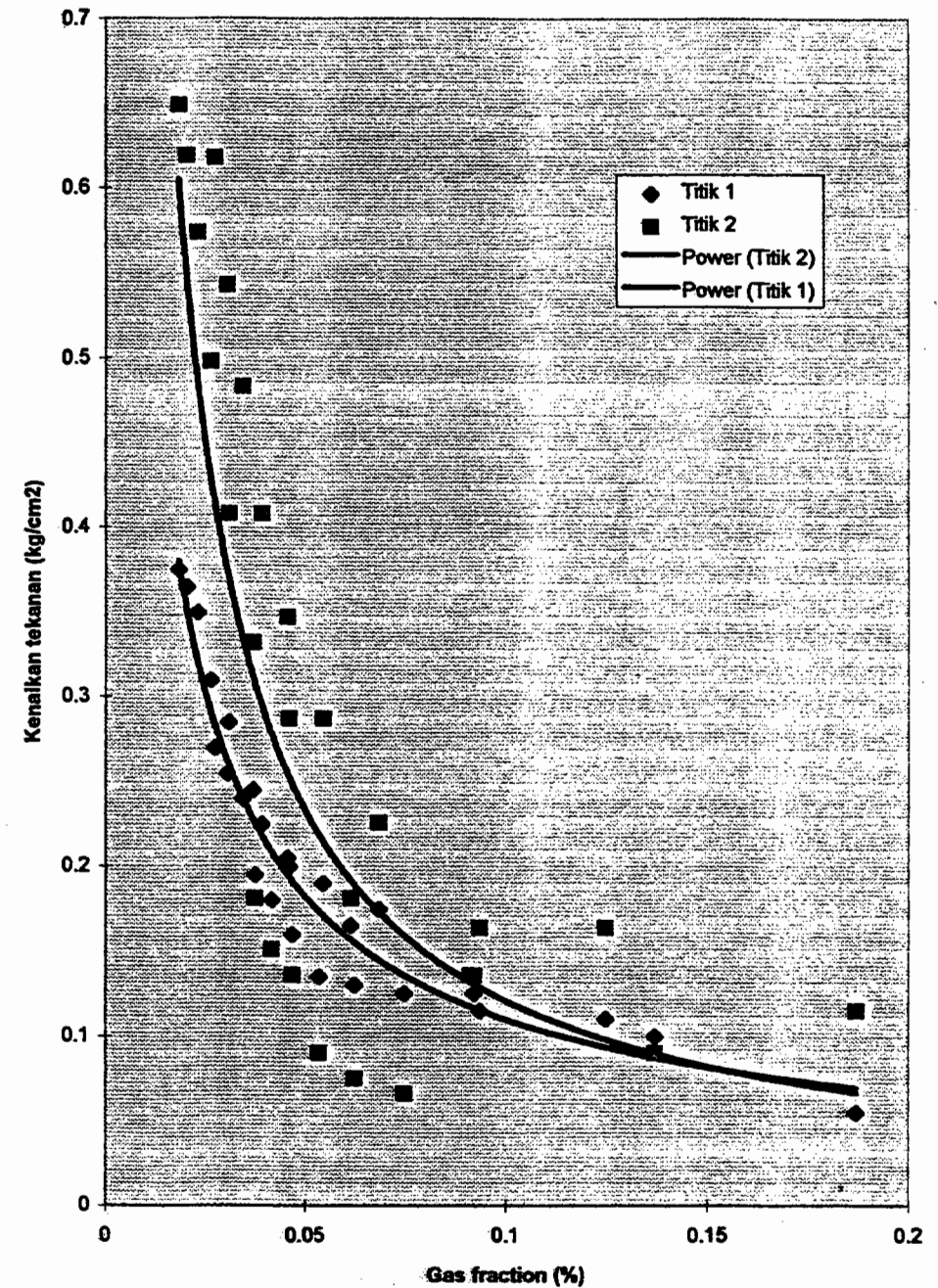
- Khurmi, R.S., 1976, *Fluid Mechanics And Hydraulic Machines*, S. Chand and Company Ltd., New Delhi.
- Koestoer, R.A., 1992, *Aliran Dua Fase dan Fluks Kalor Kritis*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Pao, R.H.F., 1968, *Fluid Mechanics*, John Woley and Sons, New York.
- Streeter, V.L., 1979, *Fluid Mechanics*, Kogakhusa, Ltd, Tokyo



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Debit Air dengan Kenaikan Tekanan pada Titik 1 Peristiwa Water Hammer



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Debit Air dengan Kenaikan Tekanan Titik 2 pada Peristiwa Water Hammer



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Kualitas dengan Kenaikan Tekanan pada Peristiwa Water Hammer